

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AA

(11)Publication number : 2002-243965

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/22

(21)Application number : 2001-040663

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 16.02.2001

(72)Inventor : KAWASAKI MITSUHIRO

UCHIDA YOHEI

ONUMA HIROAKI

## (54) OPTICAL FIBER AND OPTICAL TRANSMISSION LINE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical fiber suitable for WDM(wavelength division multiplexing) optical transmission and without the problem of nonlinearity, and an optical transmission line using the same.

SOLUTION: In the optical fiber which has a dispersion value of 14 ps/nm/km to 20 ps/nm/km in a wavelength of 1,550 nm, the relative index difference  $\Delta 1$  of a center core to a cladding is 0.25 to 0.50%, the relative index difference  $\Delta 2$  of a side core to the cladding is 0.05 to 0.30%, the ratio a/b of the outer diameter (a) of the center core to the outer diameter (b) of the side core is 0.3 to 0.7, the dispersion slope in the wavelength of 1,550 nm is 0.05 ps/nm<sup>2</sup>/km to 0.08 ps/nm<sup>2</sup>/km, transmission loss in the wavelength of 1,550 nm is 0.2 dB/km or lower, and the effective core cross section area in the wavelength of 1,550 nm is 90  $\mu\text{m}^2$  or larger.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

07.04.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

2006-08918

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

08.05.2006

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-243965  
(P2002-243965A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/22

識別記号

F I

G 0 2 B 6/22

キーワード (参考)

2 H 0 5 0

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願2001-40663 (P2001-40663)

(22) 出願日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 川▲崎▼ 光広

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 内田 陽平

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 大沼 広明

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

Fターム (参考) 2H050 AC28 AC71 AC73 AC76

(54) 【発明の名称】 光ファイバおよび光伝送路

(57) 【要約】

【課題】 非線形性の問題がない、WDM光伝送に好適な光ファイバと、該光ファイバを用いた光伝送路を提供することを目的とする。

【解決手段】 波長1550nmにおける分散値が14ps/nm/km以上20ps/nm/km以下である光ファイバにおいて、センタコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 1$ が0.25%以上0.50%以下、サイドコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 2$ が0.05%以上0.30%以下、センタコアの外径aとサイドコアの外径bとの比a/bが0.3以上0.7以下、波長1550nmにおける分散スロープが0.05ps/nm<sup>2</sup>/km以上0.08ps/nm<sup>2</sup>/km以下、波長1550nmにおける伝送損失が0.2dB/km以下、波長1550nmにおける実効コア断面積が90 $\mu$ m<sup>2</sup>以上である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長1550nmにおける分散値が $14\text{ ps/nm/km}$ 以上 $20\text{ ps/nm/km}$ 以下であり、内側からセンタコア、サイドコア、クラッドの順に構成されている光ファイバにおいて、センタコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 1$ が0.25%以上0.50%以下であり、サイドコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 2$ が0.05%以上0.30%以下であり、かつ $\Delta 2 < \Delta 1$ であり、センタコアの外径aとサイドコアの外径bとの比 $a/b$ が0.3以上0.7以下であり、波長1550nmにおける分散スロープが $0.05\text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以上 $0.08\text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以下であり、波長1550nmにおける伝送損失が $0.2\text{ dB/km}$ 以下であり、波長1550nmにおける実効コア断面積 $A_{\text{eff}}$ が $90\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項2】 光ファイバを用いて構成される光伝送路であって、請求項1に係る発明の光ファイバを少なくとも一部に用いたことを特徴とする光伝送路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長分割多重(WDM)光伝送に好適に用いられる光ファイバおよび光伝送路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光ファイバを用いた光伝送における伝送容量を増大させる技術として、WDM光伝送が注目されており、WDM光伝送に好適に用いられる光ファイバについても多くの検討がなされている。ところで、WDM光伝送に使用可能な光ファイバとして、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 付近にゼロ分散を持つシングルモード光ファイバ(SMF)や、使用波長帯にゼロ分散を持たない分散シフト光ファイバ(NZDSF)などが知られているが、これらは非線形性について問題を抱えているため、新たな光ファイバの開発が求められている。そこで、非線形性の問題を解決するため、分散値を十分ゼロから離して実効コア断面積 $A_{\text{eff}}$ を拡大した光ファイバが開発されている。具体的には1999年電子情報通信学会エレクトロニクスサイエティ大会予稿集C-3-76やC-3-77に記載されているようなものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、予稿集C-3-76やC-3-77に記載された光ファイバは、ともに分散値が $20\text{ ps/nm/km}$ を超えており、そのため光伝送路を構成した際の累積分散が増大し、長距離WDM光伝送に用いるには不適當である。

【0004】そこで、本発明は、上述の問題点にかんがみ、分散値を従来のSMFと同等のレベルに保持しつつ、かつ、従来のSMFよりもWDM光伝送に適した光ファイバを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記問題点を解決すべくなされたもので、本発明の請求項1に係る発明は、波長1550nmにおける分散値が $14\text{ ps/nm/km}$ 以上 $20\text{ ps/nm/km}$ 以下であり、内側からセンタコア、サイドコア、クラッドの順に構成されている光ファイバにおいて、センタコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 1$ が0.25%以上0.50%以下であり、サイドコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 2$ が

0.05%以上0.30%以下であり、かつ $\Delta 2 < \Delta 1$ であり、センタコアの外径aとサイドコアの外径bとの比 $a/b$ が0.3以上0.7以下であり、波長1550nmにおける分散スロープが $0.05\text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以上 $0.08\text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以下であり、波長1550nmにおける伝送損失が $0.2\text{ dB/km}$ 以下であり、波長1550nmにおける実効コア断面積 $A_{\text{eff}}$ が $90\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上であることを特徴とするものである。

【0006】また、本発明の請求項2に係る発明は、光ファイバを用いて構成される光伝送路であって、請求項1に係る発明の光ファイバを少なくとも一部に用いたことを特徴とするものである。

【0007】これらの構成により、WDM光伝送に適した光ファイバおよび光伝送路を実現することが可能となる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。図1は、本発明の光ファイバの屈折率分布構造の一例を示す概略説明図である。図1において、1は外径aであるセンタコア、2は外径bであるサイドコア、3はクラッドである。また、図1において、センタコア1はクラッド3に対する最大比屈折率差 $\Delta 1$ を有し、サイドコア2はクラッド3に対する比屈折率差 $\Delta 2$ を有する。

【0009】なお、本発明において、サイドコア2のクラッド3に対する比屈折率差 $\Delta 2$ は以下のように定義される。

(1) サイドコア2に屈折率極大点がない場合は、屈折率分布曲線の傾きが最も小さくなる箇所における値とする。

(2) サイドコア2に屈折率極大点がある場合は、屈折率極大点におけるクラッド3に対する比屈折率差の値

(屈折率極大値)とし、屈折率極大値が複数存在する場合はその最大値とする。なお、サイドコア2に屈折率極大点がある場合には屈折率極小点も存在するが、屈折率極小点におけるクラッド3に対する比屈折率差の値(屈折率極小値)の最小値が $\Delta 2$ の0.5倍以上の値であるときは、サイドコア2は一つの領域として形成されている。

【0010】また、センタコア1とサイドコア2との境界は、センタコア1の屈折率分布の曲線を $\alpha$ 曲線で近似

した際に、その $\alpha$ 曲線が比屈折率差ゼロの線と交差する点とする。なお、 $\alpha$ 曲線とは、以下の式で表されるものである。

$$\Delta n(r) = \Delta n(0) \cdot \{1 - (2r/a)^2\}$$

ここで、 $a$ はセンタコアの外径、 $r$ は中心からの距離、 $\Delta n(0)$ は最大屈折率差、 $\Delta n(r)$ は中心からの距離 $r$ における比屈折率差である。

【0011】また、サイドコアとクラッドとの境界は、比屈折率差がサイドコアのクラッドに対する比屈折率差 $\Delta 2$ の1/10となる点を通り、比屈折率差が変化する方向に伸びる直線が比屈折率差ゼロの線と交差する点とする。

#### 【0012】実施例

図1の屈折率分布構造を有する光ファイバについて、パラメータ( $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $a/b$ )を変化させた際の波長

1550nmにおける特性の変化を調べた。なお、センタコア1の屈折率は $\alpha=2$ の曲線で近似されるようにし、サイドコアには屈折率極大点がないものとした。また、サイドコア2の外径 $b$ は10~40 $\mu\text{m}$ の範囲で設定可能であり、特に18~30 $\mu\text{m}$ の範囲であることが望ましい。実施例においては、サイドコア2の外径 $b$ は18~30 $\mu\text{m}$ の範囲で最適な値とした。この結果を表1に示す。なお、表1において、 $\Delta 1$ の値の単位および $\Delta 2$ の値の単位は%、分散値の単位は $\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 、分散スロープの単位は $\text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$ 、伝送損失の単位は $\text{dB}/\text{km}$ 、 $A_{\text{eff}}$ の単位は $\mu\text{m}^2$ である。また、参考としてカットオフ波長 $\lambda_c$  (単位はnm)を示す。

#### 【0013】

【表1】

	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$a/b$	分散値	分散スロープ	伝送損失	$A_{\text{eff}}$	$\lambda_c$
実施例1	0.37	0.07	0.50	17.1	0.063	0.186	102	1320
実施例2	0.36	0.05	0.43	17.0	0.062	0.184	97	1260
実施例3	0.38	0.10	0.57	16.9	0.064	0.190	103	1460
比較例	0.26	0.00	----	21.9	0.068	0.195	133	1580

【0014】表1のとおり、実施例の光ファイバは、WDM光伝送に適した特性(分散値が20 $\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下)を有するが、比較例の光ファイバは、分散値およびカットオフ波長について、波長1550nm付近におけるWDM光伝送に適さないものとなっている。

【0015】また、実施例1の光ファイバと、その分散をほぼ完全に補償できる長さの線路型分散補償光ファイバとを用いて光伝送路を構成した。また、実施例2、実施例3、比較例の光ファイバについてもほぼ同様の光伝送路を構成した。そして、WDM光信号として、1波あたり10Gbpsの光信号、16波を波長1530~1560nmの範囲で等間隔に配置し、実施例および比較例の光ファイバの長さを100kmとして、伝送実験を行った。その結果、実施例の光ファイバを用いた光伝送路は、WDM光伝送に適した特性を有するが、比較例の光ファイバを用いた光伝送路は、WDM光伝送に適さな

いものとなった。

【0016】なお、本発明の光伝送路は、上述のものに限らず、様々な実施形態をとることができる。例えば、線路型分散補償光ファイバのかわりに分散補償光ファイバモジュールなどを用いて光伝送路を構成してもよい。

#### 【0017】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、WDM光伝送に適した光ファイバおよび光伝送路を実現することが可能となるという優れた効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ファイバの屈折率分布構造の一実施例を示す概略説明図である。

#### 【符号の説明】

- 1 センタコア
- 2 サイドコア
- 3 クラッド

【図1】

